

2003 P 12937



⑬ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 100 25 997 A 1**

⑤① Int. Cl. 7:
H 02 N 2/04

⑲ Aktenzeichen: 100 25 997.9
⑳ Anmeldetag: 25. 5. 2000
㉔ Offenlegungstag: 6. 12. 2001

DE 100 25 997 A 1

⑦① Anmelder:
Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE

⑦② Erfinder:
Heinz, Rudolf, Dr., 71272 Renningen, DE; Hedrich,
Alexander, 70499 Stuttgart, DE; Boecking, Friedrich,
70499 Stuttgart, DE

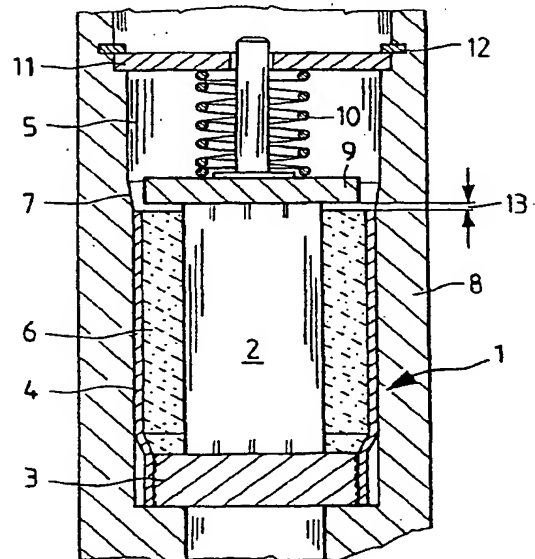
⑤⑥. Entgegenhaltungen:
DE 198 18 068 A1
US 52 95 288

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤④ Piezoaktor

⑤⑦ Es wird ein Piezoaktor (1) vorgeschlagen, bei dem ein Piezoelement (2) zur Beaufschlagung eines Betätigungselements mit einer Zug- oder Druckkraft vorhanden ist. An einem Fußteil (3), an dem das Piezoelement (2) befestigt ist und über das das Piezoelement (2) unter einer mechanischen Vorspannung in einem Gehäuse (8) zentriert gehalten ist, ist eine Hülse (4; 20) befestigt, die das Piezoelement (2) zumindest in Teilbereichen, elektrisch von diesem isoliert, mechanisch stabilisierend umschließt. Zwischen die Hülse (4; 20) und das Piezoelement (2) ist ein wärmeleitendes Elastomer (6) eingebracht und die Hülse (4; 20) besteht aus einem wärmeleitfähigen und in vorgegebenen Grenzen verformbaren Material.



DE 100 25 997 A 1

[0001] Die Erfindung betrifft einen Piezoaktor, beispielsweise zur Betätigung eines mechanischen Bauteils wie ein Ventil oder dergleichen, nach den gattungsgemäßen Merkmalen des Hauptanspruchs.

[0002] Es ist allgemein bekannt, dass unter Ausnutzung des sogenannten Piezoeffekts ein Piezoelement aus einem Material mit einer geeigneten Kristallstruktur aufgebaut werden kann. Bei Anlage einer äußeren elektrischen Spannung erfolgt eine mechanische Reaktion des Piezoelements, die in Abhängigkeit von der Kristallstruktur und der Anlagereiche der elektrischen Spannung einen Druck oder Zug in eine vorgebbare Richtung darstellt.

[0003] Beispielsweise ist aus der DE 196 50 900 ein piezoelektrischer Aktor bekannt, der insbesondere zur Betätigung von Steuerventilen oder Einspritzventilen in Kraftfahrzeugen geeignet ist. Hierzu besteht dieser aus in Form eines Laminats aufeinander geschichteten Lagen piezoelektrischen Materials und dazwischen liegenden metallischen bzw. elektrisch leitenden, als Elektroden dienenden Schichten. Der so gebildete Aktorkörper, an dessen Endflächen je eine ventileitige Kopfplatte mit einem axial herausragenden Ventilstößel und eine gegenüberliegende Fußplatte angebracht sind, wird in eine Haltebohrung eines Ventilgehäuses eingesetzt. Stirnseitig ist der Aktorkörper zwischen der Kopfplatte und der Fußplatte durch ein Federelement in axialer Richtung vorgespannt.

[0004] Wie eingangs erwähnt, führen derartige piezoelektrische Mehrlagenaktoren, wenn sie mit einer pulsierenden elektrischen Spannung an ihren Elektroden geschichten beaufschlagt werden, analog pulsierende Hübe unter Änderung des Abstandes zwischen ihren beiden Stirnseiten aus. Der piezoelektrische Mehrlagenaktor muss dabei im Stahlgehäuse des Einspritzventils so gelagert sein, daß keine Kurzschlüsse entstehen, so dass ein zentrierter Einbau mit definiertem Abstand zur Außenwand gewährleistet sein muss und keine Gefahr von Kurzschlüssen zwischen dem Aktorkörper und der Außenwand besteht.

[0005] Beim Betrieb solcher piezoelektrischer Mehrlagenaktoren entsteht im Aktorkörper Wärme, die, um Zerstörungen und Beeinträchtigungen der Funktion des Mehrlagenaktors zu vermeiden, nach außen, d. h. hier zum Ventilgehäuse des Einspritz- oder Steuerventils abgeführt werden muss. Beim zuvor erwähnten bekannten Mehrlagenaktor nimmt die Federhülse die vom Aktorkörper erzeugte Wärme auf, führt sie nach außen ab und sorgt gleichzeitig für die zur Isolation notwendige Zentrierung des Aktorkörpers im Ventilgehäuse. Für sich gesehen ist aus der DE 197 15 488 C1 auch noch bekannt, dass ein Aktorkörper mit einer Polymerumhüllung umgeben ist, die allerdings zwischen sich und der Innenwand des Ventilgehäuses einen Luftspalt offen lässt. Dadurch entsteht der Nachteil, daß die Wärmeabfuhr zum Ventilgehäuse durch den Luftspalt erschwert wird.

Vorteile der Erfindung

[0006] Beim erfindungsgemäßen Piezoaktor wird davon ausgegangen, dass ein Piezoelement vorhanden ist, das zur Beaufschlagung eines Betätigungselements mit einer Zug- oder Druckkraft geeignet ist und mit einem Fußteil versehen ist, an dem das Piezoelement befestigt und über die das Piezoelement unter einer mechanischen Vorspannung in einem Gehäuse zentriert gehalten ist. In vorteilhafter Weise ist gemäß des Kennzeichens des Hauptanspruchs am Fußteil eine Hülse befestigt, die das Piezoelement zumindest in Teilbe-

reichen, elektrisch von diesem isoliert, mechanisch stabilisierend umschließt.

[0007] Besonders vorteilhaft ist es, wenn zwischen die Hülse und das Piezoelement ein wärmeleitendes Elastomer eingebracht ist und die Hülse aus einem wärmeleitfähigen und in vorgegebenen Grenzen verformbaren Material besteht. Diese Baugruppe mit dem Piezoelement und der Hülse an dem Fußteil kann nun auf einfache Weise in eine Haltebohrung des Gehäuses eingepresst werden, so dass sich eine gute Wärmeleitung vom piezoelektrischen Mehrlagenaktor beispielsweise zu einem Ventilgehäuse ergibt. Das Fußteil kann dabei auch eine umlaufende Nut aufweisen, in die ein ebenfalls umlaufender Wulst am Innendurchmesser der Hülse einklinkbar ist.

[0008] Mit der Hülse hat der Piezoaktor eine unempfindliche Oberfläche, z. B. gegenüber chemischen Einflüssen, und kann einfach montiert werden und ein solches Aktormodul ist auch gegen schädliche Beeinträchtigungen beim Transport und bei der Montage geschützt. Der in der Hülse vergossene Piezoaktor ist durch das Elastomer zentriert und gegen verdrehen gesichert, da der Kraftfluss nicht nur über das Fußteil sondern zusätzlich über das Elastomer auf die ebenfalls mit dem Fußteil verbundene Hülse erfolgt.

[0009] Gegenüber einem ohne Hülse nur mit wärmeleitfähigen Elastomer ummantelten piezoelektrischen Piezoaktor ist auch der Herstellungsprozeß kostengünstiger, da die notwendige Pflege der Vergußformen entfällt. Die Montage des erfindungsgemäßen Piezoaktors ist auch dadurch einfacher, da es nicht wie bei einem nur mit Elastomer ummantelten piezoelektrischen Piezoaktor zu Verletzungen der Ummantelung und damit verbundenem Austrag von Wärmeleitpartikeln und folglich zu einer Verschmutzung der Haltebohrung kommen kann.

[0010] Die erfindungsgemäße, in der Regel dünnwandige Hülse aus dem wärmeleitfähigen und deformierbarem Material, z. B. Kupfer, Stahl oder einem Kunststoff, ist fest mit dem Fußteil des Piezoelements verbunden und kann dabei zur Verbesserung der Zentrierung nach oben hin einen leicht zunehmenden Außendurchmesser aufweisen. Eine Hülse aus Metall ist beispielsweise kostengünstig als gerolltes Bauteil aus Stanzblech herstellbar. Eine Hülse aus Kunststoff, z. B. als Spritzgussteil, darf dabei das Piezoelement berühren und dadurch dem Aktormodul auch ohne Elastomerummantelung mehr Stabilität verleihen.

[0011] Gemäß einer weiteren Ausführungsform ist es vorteilhaft, wenn durch zusätzlich in die Hülse eingelegte, vorzugsweise ein Hohlprofil aufweisende Zentrierringe das Piezoelement noch besser in der Hülse zentriert werden kann und gleichzeitig ein Raum für den Wärme- und Einpressdehnungsausgleich geschaffen wird.

[0012] Auch kann durch eine schräge Schulter in der Haltebohrung auf einfache Weise eine kalibrierende Einpressung der Hülse ermöglicht und damit eine enge Anlage der Hülse zur Haltebohrung gewährleistet werden, wodurch eine sehr gute Wärmeleitung radial nach außen erfolgt.

[0013] Bei einer anderen Ausführungsform des erfindungsgemäßen Piezoaktors ist die Hülse gelocht oder geschlitzt, so dass das wärmeleitfähige Elastomer durch diese Hülse hindurch fließen kann und direkt die Wärmeleitung zwischen dem Piezoelement und dem Gehäuse mit der Haltebohrung herstellt. Der Verguss des Piezoelements kann sowohl im Gehäuse als auch außerhalb in einer wiederverwendbaren oder verlorenen Form erfolgen.

[0014] Diese und weitere Merkmale von bevorzugten Weiterbildungen der Erfindung gehen außer aus den Ansprüchen auch aus der Beschreibung und den Zeichnungen hervor, wobei die einzelnen Merkmale jeweils für sich allein oder zu mehreren in Form von Unterkombinationen bei der

Ausführungsform der Erfindung und auf anderen Gebieten verwirklicht sein und vorteilhafte sowie für sich schutzfähige Ausführungen darstellen können, für die hier Schutz beansprucht wird.

Zeichnung

[0015] Ausführungsbeispiele des erfindungsgemäßen Piezoaktors, beispielsweise für ein Kraftstoffeinspritzsystem in einem Kraftfahrzeug, werden anhand der Zeichnung erläutert. Es zeigen:

[0016] Fig. 1 einen Schnitt durch einen Piezoaktor mit einer Hülse und einer Elastomerschicht;

[0017] Fig. 3 bis 5 einen Detailschnitt des Fußteils mit unterschiedlichen Befestigungsmöglichkeiten des Fußteils am Piezoelement;

[0018] Fig. 6 einen Schnitt durch einen Piezoaktor mit einer Hülse mit Löchern als Ausnehmungen;

[0019] Fig. 7 eine Detailansicht der Hülse nach der Fig. 6;

[0020] Fig. 8 einen Schnitt durch einen Piezoaktor mit einer Hülse mit Längsschlitz als Ausnehmungen und

[0021] Fig. 9 einen Detailschnitt des Fußteils mit einer weiteren Befestigungsmöglichkeit am Piezoelement.

Beschreibung der Ausführungsbeispiele

[0022] In Fig. 1 ist ein Piezoaktor 1 als piezoelektrischer Mehrlagenaktor gezeigt, der ein Piezoelement 2 aufweist, das in an sich bekannter Weise aus Piezofolien eines Quarzmaterials mit einer geeigneten Kristallstruktur aufgebaut ist, so daß unter Ausnutzung des sogenannten Piezoeffekts bei Anlage einer äußeren elektrischen Spannung an hier nicht dargestellte Elektroden eine mechanische Reaktion des Piezoaktors 1 in Form einer axialen Bewegung erfolgt.

[0023] Der Piezoaktor 1 ist an seinem festen Ende mit einem Fußteil 3 aus Stahl oder Keramik zentriert und fest verbunden. Auf dem Fußteil 3 ist eine deformierbare und gut wärmeleitende Hülse 4 aufgesetzt und z. B. durch Schweißen mit dem Fußteil 3 verbunden. Die Hülse 4 weist im Bereich des Fußteils 3 einen geringeren Durchmesser auf, da die Hülse 4 beim Einpressvorgang in eine Haltebohrung 5 in diesem Bereich durch das Fußteil 3 nicht radial nachgeben kann. Die Hülse 4 ist z. B. aus Kupfer, Stahl oder einem Kunststoff gefertigt und kann dabei so lang sein wie das gesamte Piezoelement 2 oder aber kürzer, um nur die Verbindung zwischen dem Piezoelement 2 und dem Fußteil 3 zu versteifen.

[0024] Das Piezoelement 2 ist in der Hülse 4 mit einem wärmeleitfähigen Elastomer 6 vergossen. Über eine Verjüngung 7 in der Haltebohrung 5, z. B. in einem Ventilgehäuse 8, wird diese Bauteilkombination in die Haltebohrung 5 eingepresst, wobei die Hülse 4 gegenüber der Haltebohrung 5 im Ventilgehäuse 8 nur ein geringes Übermaß aufweist, so dass Fertigungstoleranzen am Gehäuse 8 und der Hülse 4 ausgeglichen werden können und sich zwischen dem Gehäuse 8 und der Hülse 4 eine gute Wärmeleitung einstellt.

[0025] Auf dem bewegten Ende des Piezoaktors befindet sich ein Kopfteil mit Druckbolzen 9, das entweder mit dem Piezoelement 2 fest verbunden ist oder nur aufliegt und über eine Feder 10 den Piezoaktor 1 so verspannt, dass dieser im Betrieb nur Druckspannungen ausgesetzt wird. Der Kraftschluss verläuft hier über eine Fixierscheibe 11 und einen Sicherungsring 12 in das Ventilgehäuse 8 und zurück über das Fußteil 3 in das Piezoelement 2.

[0026] Zwischen dem Elastomer 6 und der Hülse 4 auf der einen Seite und dem Kopfteil 9 auf der anderen Seite ist ein Spalt 13 ausgebildet, der dem Ausgleich von Wärmedehnung und Verformung beim Einpressvorgang dient. Die

Zentrierung des Piezoaktors 1 erfolgt nun über die Hülse 4 und nicht über das Fußteil 3.

[0027] Die Hülse 4 kann an das Fußteil 3 beispielsweise angelötet, angeschweißt, geklebt oder nach den anhand von Fig. 2 bis 4 beschriebenen Verfahren befestigt werden. Dabei ist nach der Fig. 2 am Umfang des Fußteils 3 eine Rändelung 14 aufgebracht auf die die Hülse 4 formschlüssig aufgepresst wird. Beim Ausführungsbeispiel nach der Fig. 3 ist die Hülse 4 als ein Tiefziehteil mit einem Deckel 15 dargestellt, auf den das Fußteil 3 montiert wird. In diesem Fall läuft der Kraftfluss im Betrieb vom Piezoelement 2 über den Deckel 15 der Hülse 4 in das Ventilgehäuse 8. Aus der Fig. 4 ist als weitere Befestigungsvariante eine umlaufende Nut 16 im Fußteil 3 vorgesehen, in die die Hülse 4 eingebördelt ist.

[0028] Bei einem Ausführungsbeispiel nach Fig. 5 ist das Piezoelement 2 mit Zentrierung 17 versehen, der auf dem Fußteil 3 aufliegt. Der Zentrierung 17 ist so ausgeführt, dass er ein Luftvolumen einschließt und bei Wärmedehnung des Elastomers 6 von diesem zusammengedrückt werden kann.

[0029] In Fig. 6 ist ein Ausführungsbeispiel des Piezoaktors 1 gezeigt, der eine Hülse 20 mit Ausnehmungen, d. h. hier Löcher 21 oder zusätzliche senkrechte Schlitz, aufweist. Auf der unteren Seite des Fußteils 3 treten die elektrischen Anschlüsse 22 für das Piezoelement 2 hervor, die durch das Fußteil 3 hindurch geführt sind. Auch hier sind das Piezoelement 2, die Hülse 20 und das Fußteil 3 im Gehäuse 8 montiert und von einem wärmeleitfähigen Elastomer 6 umgeben, welches entweder vor der Montage in einer Gießform diese Bauelemente umgibt oder erst im montierten Zustand in das Gehäuse 8 gegossen wird. Dieses Elastomer 6 dient der Ableitung der in Wärme umgewandelten Verlustenergie des Piezoelements 2 im Betrieb zum Gehäuse 8 hin. Fig. 7 zeigt eine abgewandelte Form der Hülse 20 mit einem senkrechten Schlitz 23.

[0030] Aus Fig. 8 ist eine Variante der Ausbildung der Hülse 21 mit Längsschlitz 24 zu entnehmen. Weiterhin ist hier eine Aussparung 25 für die elektrischen Anschlüsse 22 des Piezoelements 2 vorhanden.

[0031] Beim Ausführungsbeispiel nach Fig. 9 wird eine weitere mögliche Verbindung des Fußteils 3 mit der Hülse 4 oder 20 gezeigt. Das Piezoelement 2 ist zentriert auf das Fußteil 3 aufgesetzt, wobei im Fußteil 3 in einem Absatz 26, der zur Aufnahme der Hülse 4 oder 20 dient, eine Nut 27 eingebracht ist, in die ein umlaufender Wulst 28 am Innendurchmesser der Hülse 4 oder 20 eingeklinkt wird und so die beiden Bauteile miteinander verbindet.

Patentansprüche

1. Piezoaktor, mit mindestens einem Piezoelement (2) zur Beaufschlagung eines Betätigungselements mit einer Zug- oder Druckkraft und mit einem Fußteil (3) an dem das Piezoelement (2) befestigt ist und über das das Piezoelement (2) unter einer mechanischen Vorspannung in einem Gehäuse (8) zentriert gehalten ist, dadurch gekennzeichnet, dass am Fußteil (3) eine Hülse (4; 20) befestigt ist, die das Piezoelement (2), zumindest in Teilbereichen elektrisch von diesem isoliert, mechanisch stabilisierend umschließt.
2. Piezoaktor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen die Hülse (4; 20) und das Piezoelement (2) ein wärmeleitendes Elastomer (6) eingebracht ist.
3. Piezoaktor nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Hülse (4; 20) aus einem wärmeleitfähigen und in vorgegebenen Grenzen verformba-

ren Material besteht.

4. Piezoaktor nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Hülse (4; 20) aus Metall, vorzugsweise Kupfer oder Stahl ist.

5. Piezoaktor nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Hülse (4; 20) aus Kunststoff ist. 5

6. Piezoaktor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Hülse (4; 20) mit dem Piezoelement (2) in eine entsprechende Haltebohrung (5) des Gehäuses (8) für den Piezoaktor (1) 10 fest, ggf. über eine schräge Schulter (7) am Rand der Haltebohrung (5), einpressbar ist.

7. Piezoaktor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Hülse (20) in ihrer Wand Ausnehmungen (21, 23, 24, 25), vorzugsweise Löcher (21) oder Längsschlitze (24), aufweist. 15

8. Piezoaktor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Fußteil (3) eine umlaufende Nut (27) aufweist, in die ein ebenfalls umlaufender Wulst (28) am Innendurchmesser der Hülse 20 (4; 20) einklinkbar ist.

9. Piezoaktor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen das Piezoelement (2) und die Hülse (4; 20) Zentrierringe (17) eingebracht sind. 25

10. Piezoaktor nach einem der Ansprüche 7 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass nach dem Einbringen des Piezoelements (2) mit der Hülse (20) in eine Haltebohrung (5) des Gehäuses (8) für den Piezoaktor (1) die verbleibenden Zwischenräume in der Haltebohrung (5) 30 zumindest teilweise mit einem wärmeleitenden Elastomer (6) ausfüllbar sind.

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

35

40

45

50

55

60

65

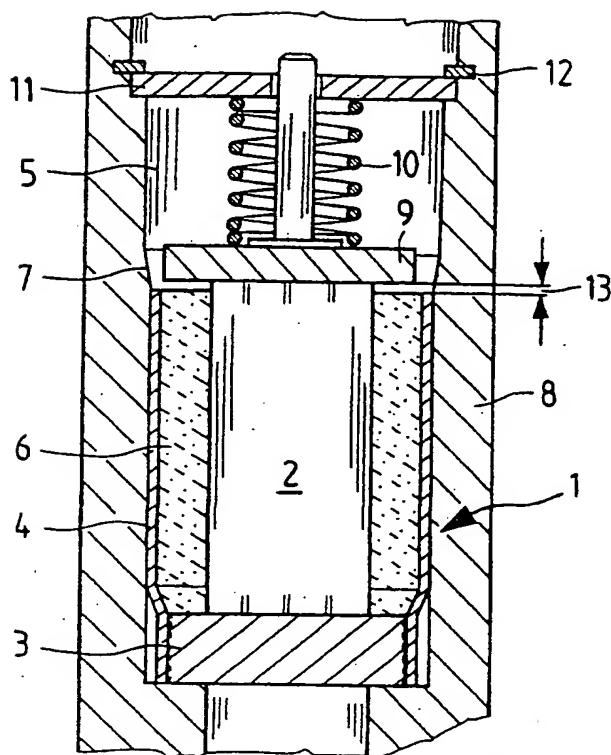


Fig.1

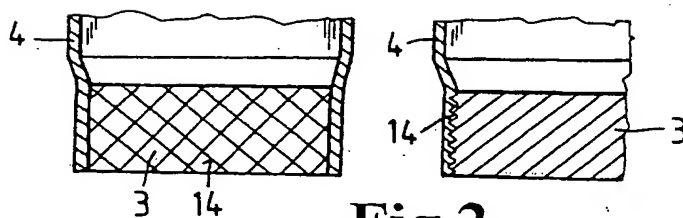


Fig.2

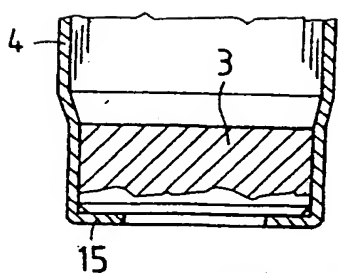


Fig.3

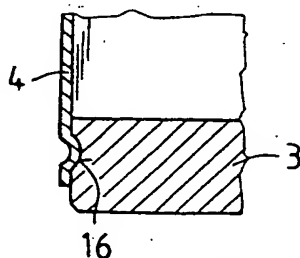


Fig.4

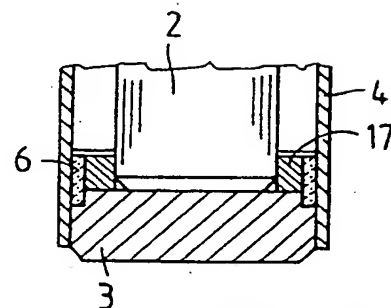


Fig.5

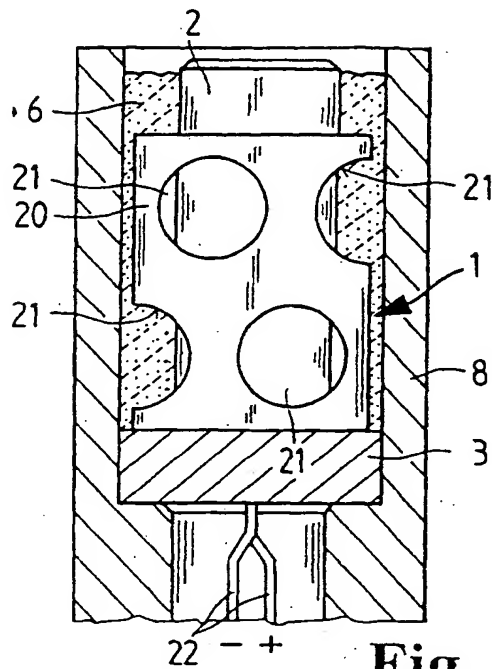


Fig. 6

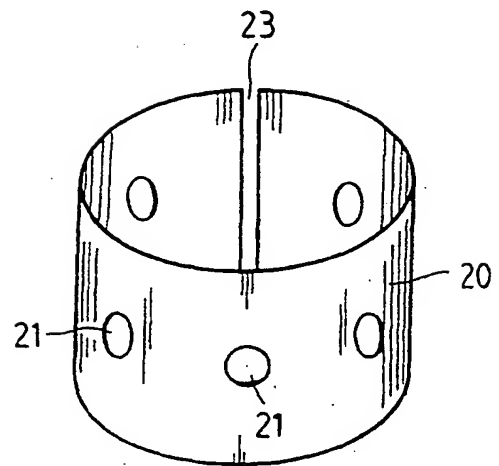


Fig. 7

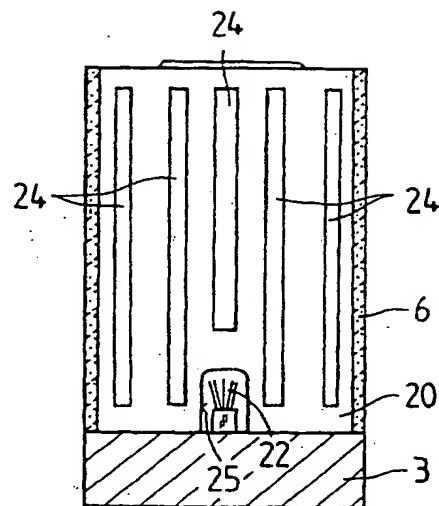


Fig. 8

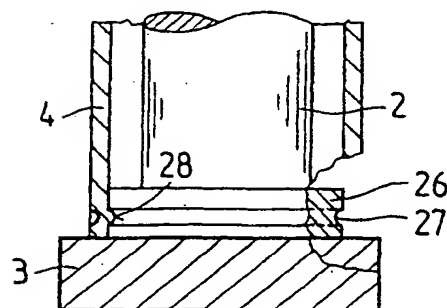


Fig. 9

Docket # 53-03 p12931
Applic. # 10/541,012
Applicant: Dollgast et al.
Lerner Greenberg Steiner LLP
Post Office Box 2480
Hollywood, FL 33022-2480
Tel: (954) 925-1100 Fax: (954) 925-1101